

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-023341

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl. G01F 1/84

(21)Application number : 09-182429 (71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP

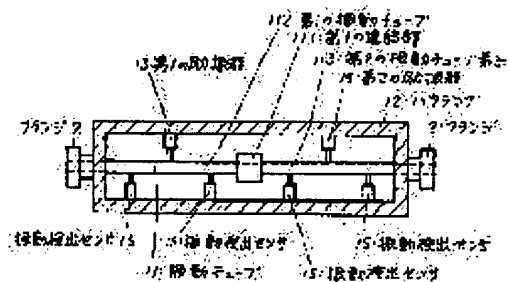
(22)Date of filing : 08.07.1997 (72)Inventor : OSAWA NORIKAZU

## (54) CORIOLIS MASS FLOWMETER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve noise resistance, reduce consumption power and enable highly accurate measurements by vibrating both ends of a vibration tube coupled at a center with the same frequency and phases different by  $\pi/2$ .

**SOLUTION:** Vibration tube elements 112, 113 of a vibration tube 11 are connected in series at a coupling part 111. A fluid to be measured is sent to the vibration tube 11. Oscillators 13, 14 oscillating with the same frequency and different phases by  $\pi/2$  are driven. A vibration of the vibration tube 11 is detected by a vibration detection sensor 15. At this time, since the vibration at both ends of the vibration tube 11 is shifted in phase by  $\pi/2$ , an extension and a shrink in an axial direction are canceled and the vibration of a vibrating system of the vibration tube 11 can be enclosed inside. The internal vibrating system thus realizes a high Q value and vibrates stably while influences of external noises are relatively reduced if any. Noise resistance is enhanced and consumption power is reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection] “

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-23341

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 F 1/84

識別記号

F I

G 0 1 F 1/84

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-182429

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月8日

(71) 出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(72) 発明者 大沢 紀和

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河

電機株式会社内

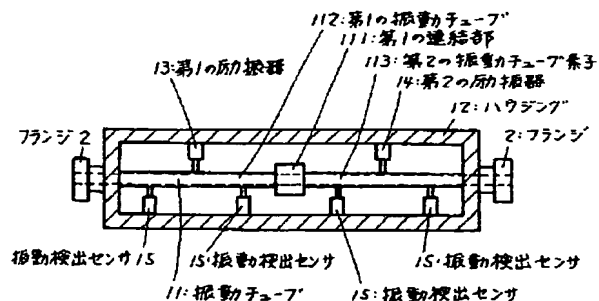
(74) 代理人 弁理士 渡辺 正康

(54) 【発明の名称】 コリオリ質量流量計

(57) 【要約】

【課題】 耐ノイズ特性が良好で、消費電力が少なく、高精度なコリオリ質量流量計を実現する。

【解決手段】 振動チューブ内に測定流体が流れ、該測定流体の流れと前記振動チューブの角振動によって生じるコリオリ力により、該振動チューブを変形振動させるコリオリ質量流量計において、前記測定流体が流れ互いに直列に第1の連結部で接続された第1、第2の振動チューブ素子からなる振動チューブと、該振動チューブの両端が固定されるハウジングと、前記第1の振動チューブ素子を励振する第1の励振器と、前記第2の振動チューブ素子を該第1の励振器と同じ周波数で位相が $\pi/2$ 異なる位相で励振する第2の励振器と、前記振動チューブの振動を検出する振動検出センサとを具備したことを特徴とするコリオリ質量流量計である。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 振動チューブ内に測定流体が流れ、該測定流体の流れと前記振動チューブの角振動によって生じるコリオリ力により、該振動チューブを変形振動させるコリオリ質量流量計において、

前記測定流体が流れ互いに直列に第 1 の連結部で接続された第 1、第 2 の振動チューブ素子からなる振動チューブと、

該振動チューブの両端が固定されるハウジングと、

前記第 1 の振動チューブ素子を励振する第 1 の励振器と、

前記第 2 の振動チューブ素子を該第 1 の励振器と同じ周波数で位相が  $\pi/2$  異なる位相で励振する第 2 の励振器と、

前記振動チューブの振動を検出する振動検出センサとを具備したことを特徴とするコリオリ質量流量計。

【請求項 2】 振動チューブ内に測定流体が流れ、該測定流体の流れと前記振動チューブの角振動によって生じるコリオリ力により、該振動チューブを変形振動させるコリオリ質量流量計において、

前記測定流体が流れ互いに直列に第 1 の連結部で接続された第 1、第 2 の振動チューブ素子からなる少なくとも 1 個の振動チューブと、

該振動チューブの両端が固定されるハウジングと、

前記振動チューブに平行に設けられ該振動チューブの両端に両端がそれぞれ接続され互いに直列に第 2 の連結部で接続された第 1、第 2 の振動体素子からなる少なくとも 1 個の振動体と、

前記第 1 の振動チューブ素子と前記第 1 の振動体素子とを励振する第 1 の励振器と、

前記第 2 の振動チューブ素子と前記第 2 の振動体素子とを該第 1 の励振器と同じ周波数で位相が  $\pi/2$  異なる位相で励振する第 2 の励振器と、

前記振動チューブと前記振動体の振動を検出する振動検出センサと、

前記第 1 の連結部と前記第 2 の連結部とを連結する連結体とを具備したことを特徴とするコリオリ質量流量計。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、耐ノイズ特性が良好で、消費電力が少なく、高精度なコリオリ質量流量計に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】 図 5 は、従来より一般に使用されている従来例の構成説明図で、例えば、特開平 6-109512 号の従来例に示されている。図において、1 はフランジ 2 に、両端が取付けられた振動チューブである。フランジ 2 は管路 A へ振動チューブ 1 を取付けるためのものである。

【0003】 3 は振動チューブ 1 の中央部に設けられた

励振器である。4、5 は振動チューブ 1 の両側にそれぞれ設けられた振動検出センサである。6 は、振動チューブ 1 の両端が固定されるハウジングである。

【0004】 以上の構成において、振動チューブ 1 に測定流体が流され、励振器 3 が駆動される。励振器 3 の振動方向の角速度『 $\omega$ 』、測定流体の流速『 $V$ 』（以下『』で囲まれた記号はベクトル量を表す。）とすると、

【0005】  $F_c = -2m『\omega』 \times 『V』$

のコリオリ力が働く、コリオリ力に比例した振動の振幅を測定すれば、質量流量が測定出来る。

【0006】 図 6 は従来より一般に使用されている他の従来例の構成説明図である。本従来例では、振動チューブ 1 に 2 本平行管構造を採用し、互いに反対方向に振動させ、加振方向の振動をキャンセルさせることで、振動の絶縁を計ったタイプもある。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような装置においては、図 5 従来例では、振動チューブ 1 は近似的に両端固定条件で振動するが、限られた大きさの流量計では、どうしても固定部は完全な固定端にならず、わずかに振動してしまう。

【0008】 これでは、振動が管路 A に伝わり、上下流端のわずかな固定条件の相違、例えば溶接強度等により、対象性が崩れ、零点やスパンが変動し易い。更に、励振に大きなエネルギーを必要とする。

【0009】 検出器ハウジング 6 のセンサ取付位置と、振動チューブ 1 の相対距離（運動）を測定することになるので、振動ノイズ、応力、温度変化等で、ハウジング 6 や振動チューブ 1 が振動したり、変形した場合に、振動測定データに誤差が生じてしまう。すなわち、これらの環境変化や外的要因に対し弱く、精度の悪いコリオリ流量計になりがちである。

【0010】 一方、図 6 従来例では、2 本の振動チューブ 1 が互いに反対方向に振動することで、分岐部で力  $F_1$  が打ち消しあって、図 7、8 に示す如く、音叉の原理により振動が外に漏れにくい構造となつている。

【0011】 しかし、振動チューブ 1 の変形に伴い、図 9 に示す如く、振動チューブ 1 の軸方向にも大きな力  $F_2$  が加わる。この成分については、2 本平行管でもキャンセルできず、むしろ増幅する傾向である。振動絶縁がうまくいかないので、内部の振動が不安定で、ゼロ点やスパンが変動しやすく、励振に大きなエネルギーが必要になる等の欠点がある。

【0012】 本発明は、この問題点を解決するものである。本発明の目的は、耐ノイズ特性が良好で、消費電力が少なく、高精度なコリオリ質量流量計を提供するにある。

**【0013】**

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため

に、本発明は、

(1) 振動チューブ内に測定流体が流れ、該測定流体の流れと前記振動チューブの角振動によって生じるコリオリ力により、該振動チューブを変形振動させるコリオリ質量流量計において、前記測定流体が流れ互いに直列に第1の連結部で接続された第1、第2の振動チューブ素子からなる振動チューブと、該振動チューブの両端が固定されるハウジングと、前記第1の振動チューブ素子を励振する第1の励振器と、前記第2の振動チューブ素子を該第1の励振器と同じ周波数で位相が $\pi/2$ 異なる位相で励振する第2の励振器と、前記振動チューブの振動を検出する振動検出センサとを具備したことを特徴とするコリオリ質量流量計。

(2) 振動チューブ内に測定流体が流れ、該測定流体の流れと前記振動チューブの角振動によって生じるコリオリ力により、該振動チューブを変形振動させるコリオリ質量流量計において、前記測定流体が流れ互いに直列に第1の連結部で接続された第1、第2の振動チューブ素子からなる少なくとも1個の振動チューブと、該振動チューブの両端が固定されるハウジングと、前記振動チューブに平行に設けられ該振動チューブの両端に両端がそれぞれ接続され互いに直列に第2の連結部で接続された第1、第2の振動体素子からなる少なくとも1個の振動体と、前記第1の振動チューブ素子と前記第1の振動体素子とを励振する第1の励振器と、前記第2の振動チューブ素子と前記第2の振動体素子とを該第1の励振器と同じ周波数で位相が $\pi/2$ 異なる位相で励振する第2の励振器と、前記振動チューブと前記振動体の振動を検出する振動検出センサと、前記第1の連結部と前記第2の連結部とを連結する連結体とを具備したことを特徴とするコリオリ質量流量計。を構成したものである。

【0014】

【作用】以上の構成において、振動チューブに測定流体が流れ、励振器が駆動されると、コリオリ力が働く、このコリオリ力に比例した振動の振幅を測定すれば、質量流量が測定出来る。

【0015】而して、振動チューブの両端側で、振動の位相が $\pi/2$ ずれているので、振動チューブの軸方向に発生する力がキャンセルされ、振動チューブの振動系の振動を、内部に閉じこめることができる。以下、実施例に基づき詳細に説明する。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施例の要部構成説明図である。図において、図5と同一記号の構成は同一機能を表わす。以下、図5と相違部分のみ説明する。

【0017】11は、測定流体が流れ、互いに直列に第1の連結部111で接続された、第1、第2の振動チューブ素子112、113からなる振動チューブである。この場合は、丸パイプよりなる。12は、振動チューブ

11の両端が固定されるハウジングである。13は、第1の振動チューブ素子112を励振する第1の励振器である。

【0018】14は、第2の振動チューブ素子113を、第1の励振器13と同じ周波数で位相が $\pi/2$ 異なる位相で励振する第2の励振器である。15は、振動チューブ11とハウジング12との間に設けられ、振動チューブ11とハウジング12との相対振動を検出する振動検出センサである。

【0019】以上の構成において、振動チューブ11に測定流体が流れ、励振器13、14が駆動されると、コリオリ力が働く、このコリオリ力に比例した振動チューブ11の振動の振幅を測定すれば、質量流量が測定出来る。

【0020】而して、振動チューブ11の両端側で、振動の位相が $\pi/2$ ずれているので、振動チューブ11の軸方向に発生する力がキャンセルされ、振動チューブ11の振動系の振動を、内部に閉じこめることができる。

【0021】すなわち、図2に示す如く、振動数が等しく、 $\pi/2$ 位相の異なる2つの第1、第2の励振器13、14の励振による、振動チューブ11の変形の様子を示したものである。時間が進むに従って、図2に示すような振動になる。

【0022】図2に示した矢印は、 $T=\pi/4$ の時を基準として、振動チューブ11のチューブ端部がどのような力Fを受けるかを示したものである。図2に示したように、振動チューブ11には、変形最大の時に内側に引き込むような力が発生し、変形ゼロの時に外側に押しやるような力が発生する。

【0023】しかし、振動チューブ11の両端側で位相が $\pi/2$ ずれているので、伸びと縮みがキャンセルし合うので、振動チューブ11の軸方向成分F<sub>2</sub>の振動の漏れがなくなる。

【0024】この結果、振動チューブ11は、両端側でその振動の位相が $\pi/4$ ずれているので、振動チューブ11の軸方向の伸びと縮みがキャンセルし合うので、振動チューブ11の軸方向成分の振動の漏れがなくなる。

【0025】すなわち、振動チューブ11の振動が外部から絶縁されているので、

(1) 内部振動系は高Q値を実現でき、外部ノイズが加わってもその影響が相対的に少なく、振動が安定なので、外部振動ノイズに強いコリオリ質量流量計が得られる。

【0026】(2) 少ないエネルギーで安定した励振を実現できるので、低消費電流のコリオリ質量流量計が得られる。

【0027】(3) 外部への振動エネルギーの散逸量に変化したり、上下流で散逸量のバランスが崩れると、内部の振動系に影響が及び、ゼロ点やスパンが変動してしまう。本発明では、常に、内部に振動が閉じこもっている

のでその心配がなく、高精度なコリオリ質量流量計が得られる。

【0028】図3は本発明の他の実施例の要部構成説明図である。本実施例において、21は、振動チューブ11に平行に設けられ、振動チューブ11の両端に、両端がそれぞれ接続され、互いに直列に第2の連結部211で接続された第1、第2の振動体素子212、213からなる振動体である。

【0029】22は、第1の振動チューブ素子112と第1の振動体素子212とを励振する第1の励振器である。23は、第2の振動チューブ素子113と第2の振動体素子213とを、第1の励振器22と同じ周波数で位相が $\pi/2$ 異なる位相で励振する第2の励振器である。

【0030】24は、振動チューブ11と振動体21の振動を検出する、振動検出センサである。25は、第1の連結部111と第2の連結部211とを連結する連結体である。この場合は、平板が使用されている。また、振動チューブ11と振動体21の両端にも、この場合は使用され、合計3個使用されている。

【0031】以上の構成において、互いに平行な振動チューブ11と振動体21とは、お互いに振動方向が逆になるように励振される。そして、加振方向の成分はお互いにキャンセルしあう。

【0032】振動チューブ11の管軸方向の成分は、変形最大の時に内側に引き込むような力が発生し、変形ゼロの時に外側に押しやるような力が発生する。位相が $\pi/2$ ずれているので、伸びと縮みがキャンセルし合うので、振動チューブ11の軸方向成分 $F_2$ の振動の漏れがなくなる。

【0033】なお、前述の実施例においては、振動チューブ11と振動体21とが平行に設けられていると説明したが、2本の平行管が共に内部を測定流体が流れる振動チューブ11であっても良い。

【0034】要するに、内部を流体が流れる振動チューブは最低1本あれば良い。それ以外の振動体21は必ずしも内部を測定流体が流れる構造になっている必要はない。ダミーとなる補償振動体でよい。

【0035】この結果、図1実施例では、振動チューブ11の軸方向成分の振動の漏れのみを無くすことができたが、図2実施例によれば、振動チューブ11の軸方向とは垂直な、振動チューブ11の加振方向成分の振動の漏れも無くすることができる。

【0036】従って、振動の絶縁をより完全にできるので、

(1) 内部振動系は高Q値を実現でき、より外部振動ノイズに強いコリオリ質量流量計が得られる。

【0037】(2) 少ないエネルギーで安定した励振を実現できるので、より低消費電流のコリオリ質量流量計が得られる。

(3) 常に、内部に振動が閉じこもっているので、より高精度なコリオリ質量流量計が得られる。

【0038】なお、前述の実施例においては、低次の振動モード形状で振動させた場合について説明したが、これに限ることはなく、高次の振動モード形状で振動させても良い。

【0039】また、振動系が非共振状態の場合でも良い。また、前述の実施例においては、振動チューブ11は丸パイプと説明したが、これに限ることはなく、種々な形状で良い。要するに、振動チューブ11内を測定流体が流れれば良い。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1によれば、振動チューブは、両端側でその振動の位相が $\pi/4$ ずれているので、振動チューブの軸方向の伸びと縮みがキャンセルし合うので、振動チューブの軸方向成分の振動の漏れがなくなる。

【0041】すなわち、振動チューブの振動が外部から絶縁されているので、

(1) 内部振動系は高Q値を実現でき、外部ノイズが加わってもその影響が相対的に少なく、振動が安定なので、外部振動ノイズに強いコリオリ質量流量計が得られる。

【0042】(2) 少ないエネルギーで安定した励振を実現できるので、低消費電流のコリオリ質量流量計が得られる。

【0043】(3) 外部への振動エネルギーの散逸量に変化したり、上下流で散逸量のバランスが崩れると、内部の振動系に影響が及び、ゼロ点やスパンが変動してしまう。本発明では、常に、内部に振動が閉じこもっているためその心配がなく、高精度なコリオリ質量流量計が得られる。

【0044】本発明の請求項2によれば、振動チューブの軸方向とは垂直な、振動チューブの加振方向成分の振動の漏れも無くすることができる。従って、振動の絶縁をより完全にできるので、

(1) 内部振動系は高Q値を実現でき、より外部振動ノイズに強いコリオリ質量流量計が得られる。

【0045】(2) 少ないエネルギーで安定した励振を実現できるので、より低消費電流のコリオリ質量流量計が得られる。

(3) 常に、内部に振動が閉じこもっているため、より高精度なコリオリ質量流量計が得られる。

【0046】従って、本発明によれば、耐ノイズ特性が良好で、消費電力が少なく、高精度なコリオリ質量流量計を実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の要部構成説明図である。

【図2】図1の動作説明図である。

【図3】本発明の他の実施例の要部動作説明図である。

【図4】図2の動作説明図である。

【図5】従来より一般に使用されている従来例の構成説明図である。

【図6】従来より一般に使用されている他の従来例の構成説明図である。

【図7】図6の動作説明図である。

【図8】図6の動作説明図である。

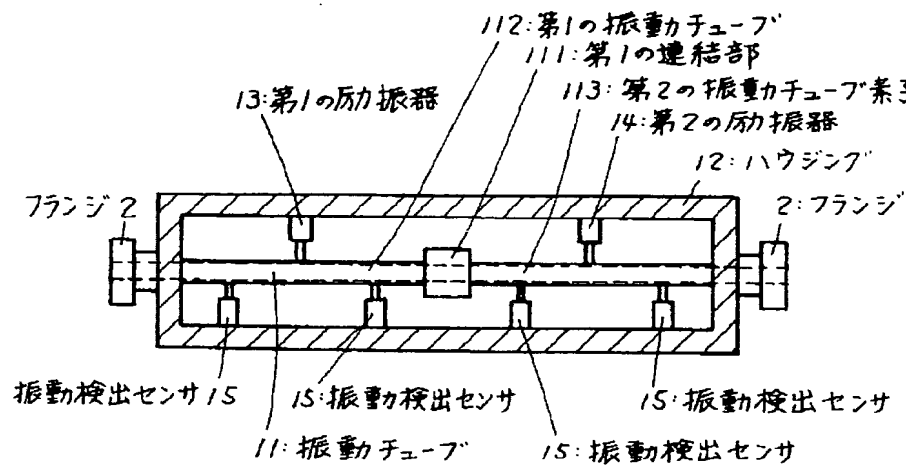
【図9】図6の動作説明図である。

【符号の説明】

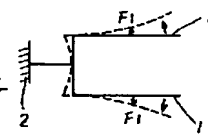
2 フランジ  
11 振動チューブ  
111 第1の連結部  
112 第1の振動チューブ素子

113 第2の振動チューブ素子  
12 ハウジング  
13 第1の励振器  
14 第2の励振器  
15 振動検出センサ  
21 振動体  
211 第2の連結部  
212 第1, 第2の振動体素子  
213 第2の振動体素子  
22 第1の励振器  
23 第2の励振器  
24 振動検出センサ  
25 連結体

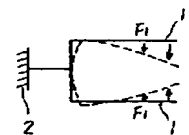
【図1】



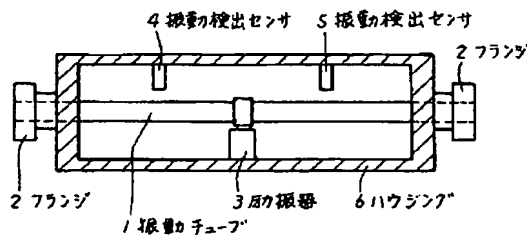
【図7】



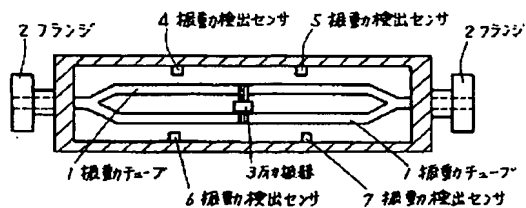
【図8】



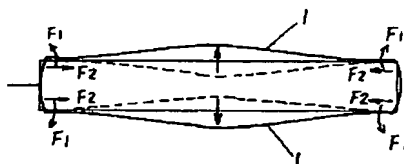
【図5】



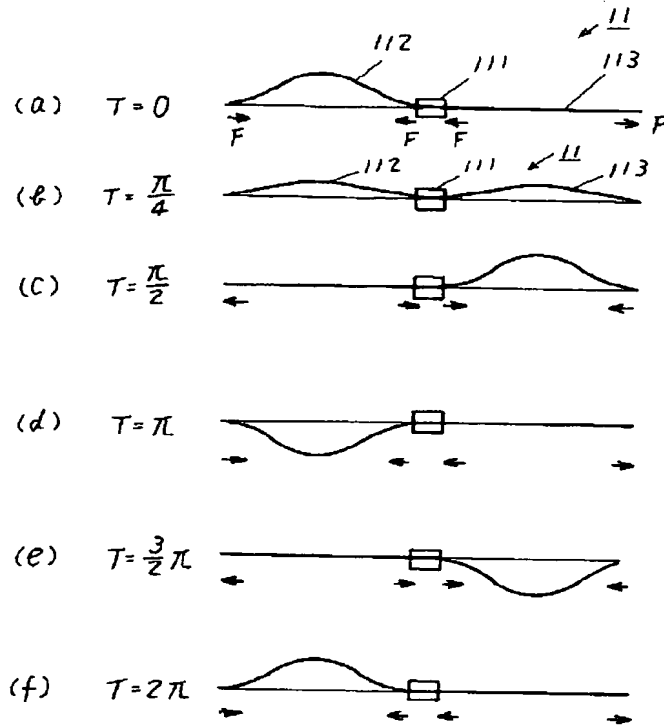
【図6】



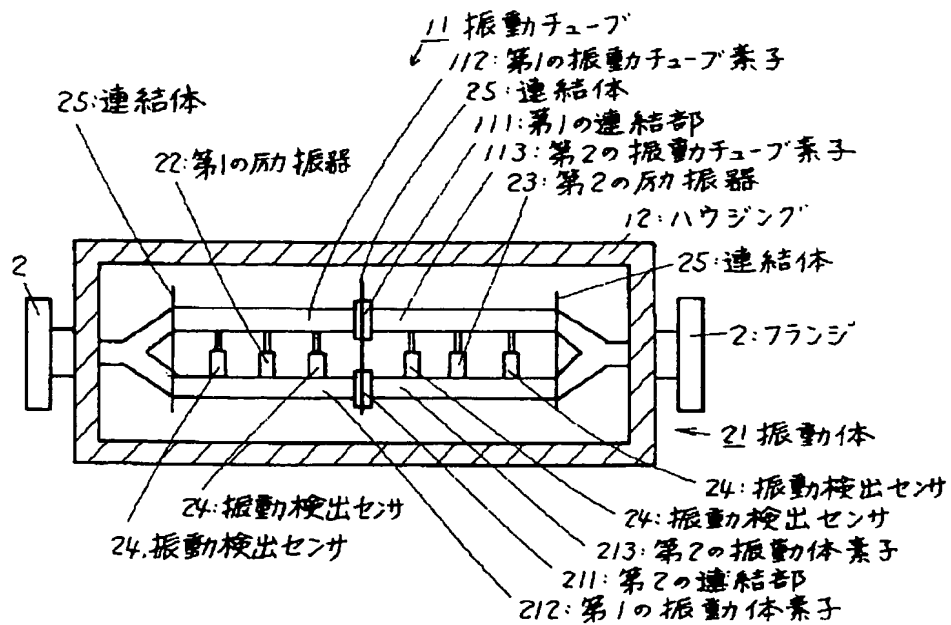
【図9】



【図2】

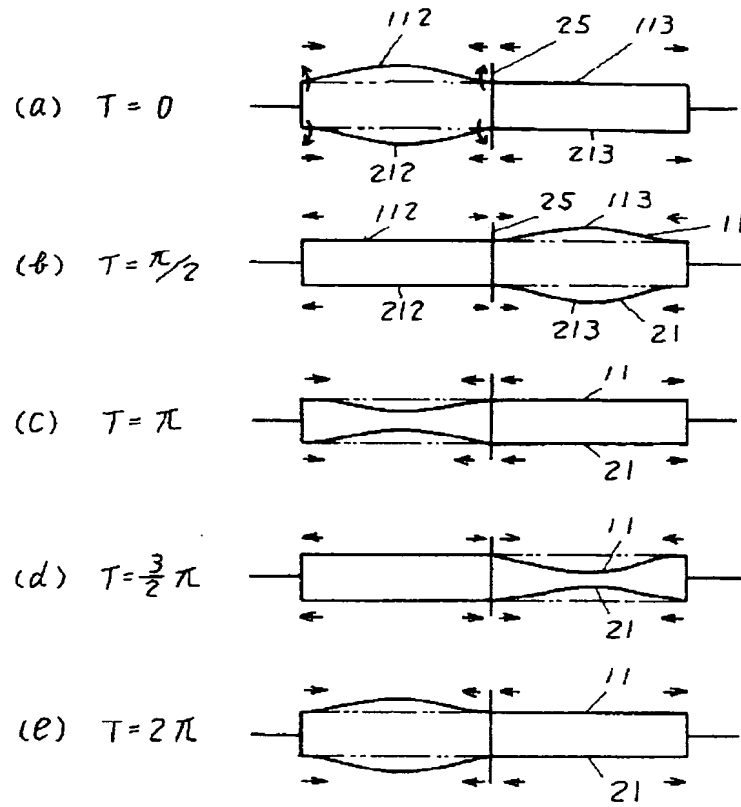


【図3】





【図 4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**